

Antti Nieminen

SUUNNITTELUPROSESSIOHJE

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
2018

SUUNNITTELUPROSESSIOHJE

Nieminen, Antti

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Toukokuu 2018

Ohjaaja: Juuso, Jarmo

Sivumäärä:27

Liitteitä:4 (ei julkaistavaksi)

Asiasanat: ohje, tietokoneavusteinen suunnittelu, suunnitteluprosessi

Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitteluprosessiohje. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä Suomen Imurikeskus Oy:lle vakioidut toimintatavat laitteistojen suunnittelun kululle, ja selvittää mahdollinen kehitysvaihtoehto tiedonhallinnalle.

Opinnäytetyössä käytiin lävitse Suomen Imurikeskus Oy:n laitteistojen valmistuksen eri vaiheita suunnittelijoiden osalta. Tämän perusteella kehitettiin vakioidut toimintatavat suunnitteluprosessiohjeeseen. Kehitysvaihtoehtona tiedonhallinnalle harkittiin Vertex Systems Oy:n Vertex Flow PDM/PLM -ohjelmistoa ja ohjelmistoon käytiin tutustumassa Vertex Systems Oy:n järjestämässä PLM-päivässä Tampereella.

Lopputuloksena saatiin valmistettua Suomen Imurikeskus Oy:n käyttöön toimiva suunnitteluprosessiohje laitteistojen suunnitteluun. Suunnitteluprosessiohje sisältää ohjeistuksen laitteistojen suunnittelun eri vaiheille.

ENGINEERING PROCESS MANUAL

Nieminen, Antti

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in machine and production technology

May 2018

Supervisor: Juuso, Jarmo

Number of pages:27

Appendices:4 (not be published)

Keywords: manual, computer-aided design, engineering process

The purpose of this thesis was to create engineering process manual for Suomen Imurikeskus Oy. The manual is meant to clarify the correct procedures for the process of appliance planning and alternative options for data management.

In this thesis different phases of manufacturing were examined from Suomen Imurikeskus Oy's designers point of view. Based on the thesis some standardized procedures were created for the engineering process manual. Vertex Systems' Vertex Flow PDM/PLM software was considered as an option for data management and the software was familiarized by visiting PLM-fair hosted by Vertex Systems Oy in Tampere.

End result of the thesis was an engineering process manual for appliance planning to Suomen Imurikeskus Oy use. Engineering process manual includes instructions to different steps of appliance planning.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Opinnäytetyön tausta	5
1.2	Opinnäytetyön tavoite	5
2	SUOMEN IMURIKESKUS OY	6
3	SUUNNITTELUPROSESSI ORGANISAATIOSSA	7
3.1	Tuotteen toteuttamisen suunnittelu	7
3.2	Tuotteeseen liittyvien vaatimusten katselmus	7
3.3	Suunnittelun ja kehittämisen katselmus	7
3.4	Suunnittelun ja kehittämisen suunnittelu	8
3.5	Suunnittelun ja kehittämisen lähtötiedot.....	8
3.6	Tallenteiden hallinta.....	8
4	SUUNNITTELUN KULKU	9
4.1	Tarjouskuvat	9
4.2	Aloituspalaveri	10
4.3	Mallintaminen	11
4.3.1	Uuden mallin luominen	12
4.3.2	Kappaleen mallinnus	13
4.3.3	Kokoonpanot	13
4.4	Aikataulutus	14
4.5	Katselmukset.....	15
4.6	Simulointi.....	16
4.6.1	Simulaatioiden kehittäminen	16
4.7	Tilaus.....	17
4.7.1	Kokoonpanokuvat.....	20
4.8	Arkistointi	20
5	VALMISTUS	22
5.1	Valmistuksen työmääräin.....	22
6	TIEDONHALLINTA	23
7	LOPPUYHTEENVETO.....	25
7.1	Työmääräin	25
7.2	Koneen ja laitteen riskikartoitus	25
7.3	Suunnitteluprosessi	26
	LÄHTEET	27
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta

Viimeisien vuosien aikana painopiste yrityksen toiminnassa, on vaihtunut pienemmistä laitteista suurempiin laitteistoihin. Tämän takia suunnittelun osuus on kasvanut lähivuosina erittäin laajaksi osaksi Suomen Imurikeskus Oy:n toiminnassa. Tämän johdosta muun muassa yrityksen suunnitteluohjelmisto päivitettiin Vertex Systemsin Vertex 4G-suunnitteluohjelmaan. Ohjelman käyttöliittymään on myös vuosien varrella hankittu uusia ominaisuuksia, kuten lujuusanalyysi, visualisointi ja putkisto työkalu.

Kaikkia suunnitteluun liittyviä toimintatapoja ei ole vielä vakioitu täysin suunnitteluun kohdistuvan rasisitteen mukaisesti. Tämän takia halutaan valmistaa suunnitteluun pohjautuva suunnitteluprosessiohje. Toimintaohjeella pyritään tuomaan lisää selkeyttä ja kuvaamaan laitteiden suunnittelun kulkua. Yrityksessä on käytössä kansainvälisesti tunnetuin laadunhallintastandardi ISO 9001 ja suunnitteluprosessiohje tulee toimimaan täydennyksenä tälle standardille.

1.2 Opinnäytetyön tavoite

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda suunnitteluprosessiohje, jolla pyritään parantamaan, sekä selkeyttämään Suomen Imurikeskus Oy:n suunnittelun eri vaiheita, sekä suunnitteluun liittyvää arkistointia ja tiedonhallintaa. Suunnitteluprosessiohje on suunnattu yrityksen laitesuunnittelijoille, sekä suunnitteluprosessiohjeen tarjouskuva käytäntö tulee koskemaan myös tietyltä osin myyjiä.

Opinnäytetyön tavoitteihin kuuluu myös esimerkkiprojektien läpikäyminen suunnitteluprosessiohjeen mukaisesti. Esimerkkiprojekti suoritetaan opinnäytetyön loppuyhteenvedossa Suomen Imurikeskuksen henkilökunnan kanssa. Esimerkkiprojektin tarkoituksena on, testata opinnäytetyössä laadittua suunnitteluprosessiohjeen toimivuutta tekemällä projektin eri vaiheet suunnitteluprosessiohjeen mukaisesti.

2 SUOMEN IMURIKESKUS OY

Suomen Imurikeskus Oy on 1984 perustettu yksityisessä omistuksessa oleva yhtiö Pomarkussa. Yritys aloitti maahantuomalla ja valmistamalla teollisuusimureita ammattikäyttöön, tuotemerkeinä Eurovac ja Hurricane. Toimintaan on kuulunut vuosien ajan myös erilaiset purun- ja pölynpoistot, sekä keskusimurijärjestelmät teollisuudelle ja voimalaitoksille. Asiakkaiden tarpeista on vuosien mittaan kehitetty erilaisia ratkaisuja vaativillekin toimialoille. Yritys seuraa kehitystä ja lainsäädäntöä aktiivisesti ja tuottaa innovatiivisia kokonaisuuksia asiakkaiden tarpeisiin. Suomen Imurikeskuksen missio on kehittää teollisuuden työympäristöä parantamalla työturvallisuutta ja työssä viihtyvyyttä paremman ilmanlaadun avulla. Oikein suunniteltu järjestelmä tehostaa huomattavasti tuotantolaitoksen toimintaa ja parantaa työympäristön laatua. (Suomen Imurikeskus Oy:n [www-sivut](http://www.suomenimurikeskus.fi) 2017)

3 SUUNNITTELUPROSESSI ORGANISAATIOSSA

3.1 Tuotteen toteuttamisen suunnittelu

Organisaation tulee suunnitella ja kehittää prosessit, joita tarvitaan tuotteen toteuttamiseen. Tuotteen toteuttamisen suunnittelun tulee olla yhdenmukainen laadunhallintajärjestelmän muita prosesseja koskevien vaatimusten kanssa. (SFS-EN ISO 9001, 24)

3.2 Tuotteeseen liittyvien vaatimusten katselmus

Organisaation tulee katselmoida tuotteeseen liittyvät vaatimukset. Katselmuksessa tulee varmistaa, että

- a) tuotevaatimukset määritellään
- b) jos sopimuksen tai tilauksen vaatimukset poikkeavat aikaisemmin esitetyistä, eroavuudet selvitetään
- c) Organisaatio kykenee täyttämään määritellyt vaatimukset.

Katselmuksen tuloksista ja katselmuksen johdosta suoritetuista toimenpiteistä tulee ylläpitää tallenteita. (SFS-EN ISO 9001, 24,26)

3.3 Suunnittelun ja kehittämisen katselmus

Suunnittelun ja kehittämisen järjestelmälliset katselmukset tulee pitää suunniteltujen järjestelyjen mukaisesti sopivissa vaiheissa. Katselmuksissa

- a) arvioidaan suunnittelun ja kehittämisen tulosten kyky täyttää vaatimukset
 - b) tunnistetaan mahdolliset ongelmat ja ehdotetaan tarvittavia toimenpiteitä.
- Näissä katselmuksissa tulee olla läsnä edustajat niistä suunnittelu- tai kehitysvaiheen toiminnoista, jotka ovat katselmuksen aiheena. Katselmusten tuloksista ja tarvittavista toimenpiteistä tulee ylläpitää tallenteita.

(SFS-EN ISO 9001, 28)

3.4 Suunnittelun ja kehittämisen suunnittelu

Organisaation tulee suunnitella ja ohjata tuotteen suunnittelua ja kehittämistä.

Suunnittelun ja kehittämisen suunnittelun yhteydessä organisaation tulee määrittellä

- a) suunnittelun ja kehittämisen eri vaiheet
- b) katselmukset, todennukset ja kelpuutukset, jotka ovat tarkoituksenmukaisia suunnittelun ja kehittämisen eri vaiheissa
- c) Suunnittelua ja kehittämistä koskevat vastuut ja valtuudet.

Organisaation tulee ohjata suunnitteluun ja kehittämiseen osallistuvien ryhmien vuorovaikutusta, jotta se voisi varmistaa vaikuttavan viestinnän ja vastuiden selkeän määrittelyn. (SFS-EN ISO 9001, 26)]

3.5 Suunnittelun ja kehittämisen lähtötiedot

Tuotteen vaatimuksiin liittyvät lähtötiedot tulee määrittää ja tallentaa. Näihin lähtötietoihin tulee sisällyttää

- a) toiminnalliset ja suorituskykyä koskevat vaatimukset
- b) tuotetta koskevat lakien ja viranomaisten vaatimukset
- c) vastavanlaisista aikaisemmista suunnitelmista kerätty informaatio, silloin kun se on tarkoituksenmukaista
- d) muut suunnittelun ja kehittämisen kannalta olennaiset vaatimukset.

Lähtötietojen asianmukaisuus tulee katselmoida. Vaatimusten tulee olla kattavia ja yksiselitteisiä eivätkä ne saa olla ristiriidassa keskenään (SFS-EN ISO 9001, 26)]

3.6 Tallenteiden hallinta

Tallenteita, jotka on laadittu osoittamaan vaatimustenmukaisuutta ja laadunhallintajärjestelmän vaikuttavaa toimintaa tulee, hallita. Organisaation tulee laatia menettelyohje, jossa määritellään tallenteiden tunnistamiseen, arkistointiin, suojaamiseen, esillesaantiin, säilyttämiseen ja hävittämiseen tarvittavat ohjaustoimenpiteet. Tallenteiden tulee säilyä helposti luettavina ja selvästi tunnistettavina, ja niiden tulee olla helposti saatavilla. (SFS-EN ISO 9001, 18)

4 SUUNNITTELUN KULKU

4.1 Tarjouskuvat

Tarjotuista laitteistoista mallinnetaan useammiten tarjouskuva asiakkaalle Vertex G4 -ohjelmalla. Tarjouskuvan tarkoitus, on antaa asiakkaalle yleensä suuntaa antava kuva tarjotusta laitteistosta. Jos tarjottava laite ei ole vakiotuote täytyy tarjouskuvissa olla aina maininta, että kyseessä on suuntaa antava tarjouskuva eikä lopullinen tuote. Tällä maininnalla saadaan asiakas tietoiseksi siitä, että tarjouskuvassa mainitut mitat eivät ole välttämättä lopullisia.

Laitteistoa tarjottaessa on punnittava tarjouskuvan todellinen tarve, ja kuinka paljon siihen kannattaa käyttää resursseja. Tarjouskuvaan käytettävä aika kannattaa siis suhteuttaa mahdollisen projektin laajuuteen. Tarjouskuvaan on silti aina pakollista miettiä, laitteeseen hankittavat suurimmat komponentit, niiden määrä, sekä yhteensopivuus valmistuksen kannalta. Resursseja on syytä käyttää enemmän, mikäli asiakkaalta on jo ennen tarjousvaihetta tullut mittoihin liittyviä raja-arvoja, tarjouskuvan valmistusvaiheessa on varmistuttava siitä, että kaupan varmistuessa raja-arvoihin pääsy ei tuota ongelmia suunnittelun kulussa. Asiakkaan vaatimukset voivat myös muuttua tarjousvaiheessa, tällöin tarjouskuvaa joudutaan myös muokkaamaan ja malli täytyy uudelleen revisioida, koska asiakas voi tilaushetkellä viitata vielä aikaisempiin tarjouskuviin.

Resurssien käyttöä tarjouskuviin voidaan vähentää oikealla nimeämisellä, sekä arkistoimalla tarjouskuvat niille tarkoitettuun kansioon. Näin tarjouskuvat löytyvät helposti, sekä ne saadaan suoraan myös myyjien saataville. Tarjouskuvat tallennetaan .PDF-tiedostona, sekä jos halutaan tehdä myös havainnekuva laitteistosta kuva tallennetaan 3D-PDF -tiedostona. Tiedosto nimetään tarjouskansioon Vertex G4 -ohjelman antaman SIK-koodin mukaan. SIK-koodi syötetään kansiossa olevaan excel- taulukkoon (kuva 1), ja nimetään taulukkoon tarjouskuvan laite/laitteisto. Tämä keventää suunnittelun työtaakkaa tulevaisuudessa, eikä samaa tarjouskuvaa tarvitse tehdä enään toista kertaa.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
8			HAKU CTRL+F				
9	#	Vertex SIK koodi	Laite	Asiakas	pvm.	2D	3D
12	3	SIK00003	SPC 120	Yritys 3	1/18	x	-
13	4	SIK00004	SPC 100	Yritys 4	1/18	x	-
14	5	SIK00005	SPC 50	Yritys 5	1/18	x	-
15	6	SIK00006	PP-20	Yritys 6	2/18	x	-
16	7	SIK00007	PP-60	Yritys 7	2/18	x	-
17	8	SIK00008	Tuhkakontti 2m ³	Yritys 8	2/18	x	-
18	9						
19	10						
20	11						
21	12						
22	13						
23	14						
24	15						
25	16						
26	17						
27	18						
28	19						
29	20						
30	21						
31	22						
32	23						

Kuva 1. Tarjouskuvien hakuun tehty excel-taulukko.

4.2 Aloituspalaveri

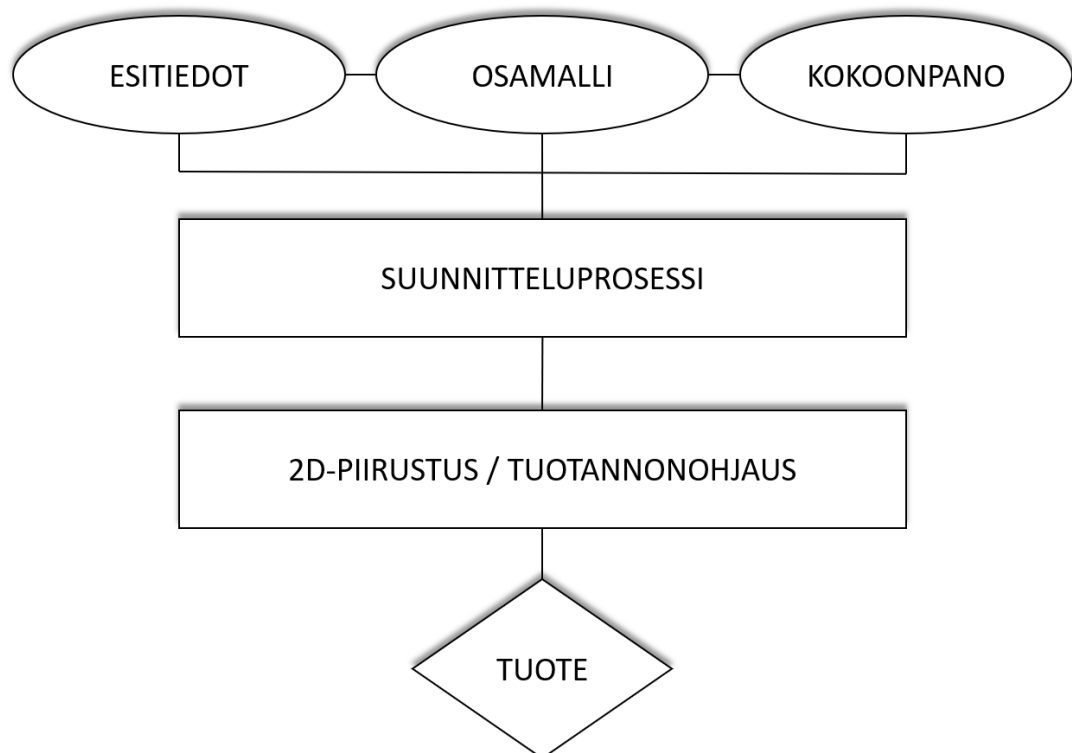
Kaupan syntyessä pidetään aina aloituspalaveri, missä käydään laitteen tiedot läpi ja täytetään laitteen riskikartoitus lomake. Palaverissa määrätään projektiin vastuuhenkilöt, ja kyseisille henkilöille jaetaan vastuualueet projektista. Suunnitteluun liittyvät keskeisimmät asiat ovat toimitusaika, tarvittavien komponenttien hankinta, ja projektin pääsuunnittelijan valinta. Aloituspalaverissa pyritään saamaan jokainen ajantasalle myydystä laitteesta, eli palaveri toimii myös suunnittelun ensimmäisenä katselmuksena.

Lopullinen myyty laite voi poiketa huomattavasti aikaisemmin tehdystä tarjouskuvasta, jos asiakkaan tarpeet ovat sitä vaatineet vielä tarjouskuva vaiheen jälkeen. Aloituspalaverissa käydään myyjän täyttämä laitteen työmääräin (liite 1) läpi, mutta työmääräintä yleensä vielä täytetään tai muokataan tässä vaiheessa. Työmääräin sisältää laitteeseen, ja toimitukseen liittyvät tiedot. Aloituspalaverissa on hyvä tuoda esille ja lisätä työmääräimeen myös suunnitteluun liittyviä ratkaisuja ja niihin tarvittavia tietoja kuten materiaalit, rasitukset, ATEX tiedot, lakisääteiset vaatimukset

jne. Työmääräimessä on myös maininta viimeisimmän tarjouskuvan SIK-koodista, tämän avulla jokainen suunnittelija pääsee näkemään asiakkaalle tarjotun 3D-mallinnuksen Vertex G4 -ohjelmassa, tämä nopeuttaa laitteen suunnittelun aloittamista.

4.3 Mallintaminen

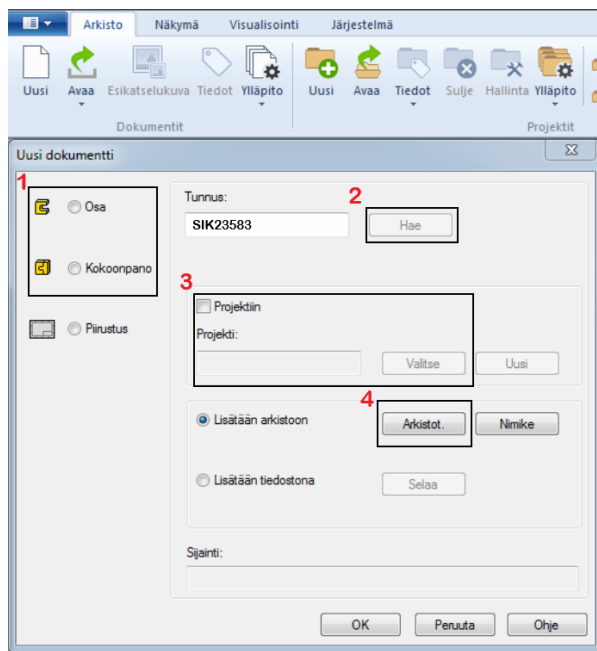
Mallintamisen käyttö suunnitteluprosessin osana perustuu kolmeen kulmakiveen, jotka ovat vahvasti kytköksissä toisiinsa: esitiedot, osamallit(t) ja kokoonpano. Jotta 3D-mallintamisen prosessi voitaisiin viedä läpi, siten, että lopputulokseksi saadaan halutunlainen tuote, täytyy suunnittelijalla olla esitiedot suunniteltavasta tuotteesta. Esitietojen pohjalta suunnittelija luo osamallin ja osamallien avulla kokoonpanon. Yhdessä nämä kolme muodostavat 3D-mallintamisen suunnitteluprosessin, jonka kautta tuotetaan 2D-piirustukset, tarvittavat tiedot tuotannonohjaukselle varten sekä lopullinen valmis tuote. (Tuhola & Viitanen 2008, 54)



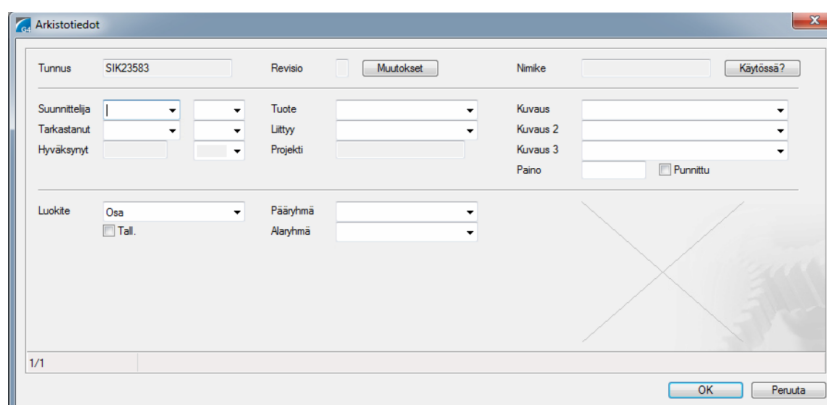
Kuva 2. 3D-mallintamisen suunnitteluprosessi. (Tuhola & Viitanen 2008, 54)

4.3.1 Uuden mallin luominen

Mallinnus aloitetaan Vertex G4 -ohjelmassa luomalla uusi osa tai kokoonpano. Tiedostolle haetaan oma siemenluku , liitetään projektiin ja täytetään arkistotiedot (kuva 3 & 4). Siemenluku on ohjelman automaattisesti generoima tunnus osalle tai kokoonpanolle, joka kulkee dokumentin mukana ja näkyy muun muassa kokoonpanon rakennepuussa ja voi toimia myös dokumentin hakukriteerinä. Myydyille laitteille tehdään myös Vertex G4 -ohjelmassa projekti, johon linkitetään siihen liittyvät osat ja kokoonpanot. Projektin nimi määräytyy laitekokonaisuudelle annetun SIK / LT -koodin perusteella, joka helpottaa myös projektiin liittyvien komponenttien jäljitettävyyttä. Arkistotiedot sisältävät osaan / kokoonpanoon liittyviä tietoja (kuva 4).



Kuva 3. Uuden dokumentin luominen Vertex G4 -ohjelmassa.



Kuva 4. Dokumentin arkistotiedot Vertex G4 -ohjelmassa.

4.3.2 Kappaleen mallinnus

Kappaleen mallinnus tehdään niin, että mallin origopiste sijaitsee joko jonkin avainsivun kulmassa, symmetria-akselilla kappaleen keskellä tai sen asennussivulla. Mikäli tuotteesta ei tehdä 2D-piirustuksia, ei mallin tarvitse vastata tarkasti kuin ulkoasultaan alkuperäistä tuotetta. Kun osasta tehdään 2D-piirustus tuotantoa varten, on mallin vastattava tarkasti tuotettavaa lopullista kappaletta. (Tuhola & Viitanen 2008, 81) Mitä tarkemmin kappale on mallinnettu ja sovitettu, sitä helpompi tuote on valmistaa ja kokoonpano on nopeampaa. Kun malli tehdään tuotantokappaleen osaksi, sillä on muutamia tärkeitä vaatimuksia, jotka suunnittelijan on pyrittävä siihen mallin luonnin yhteydessä sisällyttämään. Näitä ovat:

- rakenteellinen yksinkertaisuus
- edullinen ja helppo valmistettavuus
- vaatimuksia vastaava rakenne
- mallin tulee muodostaa lujusteeknisesti pätevä kokonaisuus

(Tuhola & Viitanen 2008, 88)

4.3.3 Kokoonpanot

Mallinnetut laitteet sisältävät paljon yksittäisiä osia, ja nämä osat kannattaa lajitella erilaisiin kokoonpanoihin. Kokoonpanoja on kolme päätyyppiä: pääkokoonpano, osakokoonpano ja tuotannon kokoonpano. Pääkokoonpano on valmis tuote, joka sisältää kaikki lopulliseen tuotteeseen tarvittavat osat. Osakokoonpano on jonkin suuremman kokoonpanon itsenäinen osa. Suuremmat kokonaisuudet kannattaa jakaa siihen sopiviin, luonteviin ja valmistuksen kannalta järkeviin kokonaisuuksiin. Tuotannon kokoonpano sisältää osien lisäksi kaikki määreet, joita osille on annettu. Osien tuotetiedon on siis oltava tässä vaiheessa olemassa. (Tuhola & Viitanen 2008, 99)

Lopullisen tuotteen valmistuksen kannalta on tärkeää, että kokoonpanon osien pitää olla sijoiteltu mallissa siten, että ne vastaavat todellista laitetta. Osien sopivuutta voidaan parantaa myös tekemällä kokoonpanossa törmäystarkastelu. Törmäystarkastelussa Vertex G4 -ohjelma huomauttaa, jos kokoonpanossa olevat osat

törmäävät toisiinsa eivätkä ole silloin kokoonpanoon kelpoisia vaan vaativat uudelleen asettelua.

4.4 Aikataulutus

Jokaisella laitteistolla on oma toimitusaikansa. Laitteiston toimitusaika perustuu yrityksen kokemukseen, jossa huomioidaan tuotannon kuormitus ja aijemmat läpimenoajat tuotannossa. Yksi toimitusaikaan vaikuttavista tekijöistä on laitteen suunnittelun työmäärä. Pääsuunnittelija tekee alustavan arvion suunnittelun eri vaiheiden kestosta, ja ilmoittaa kokonaiskeston myyjälle. ”Absoluuttisen työmääräarvion lisäksi tehtävän kestoon vaikuttaa myös tekijän kokemus. Yleensä työmäärän osaavat parhaiten arvioida itse työn suorittajat, joiden tulisi aina olla mukana projektin aikataulujen laadinnassa.” (Ruuska 2005, 169) Suunnittelun aikataulutuksen työvaiheet:

- tietojen kerääminen ja selvittäminen
- esivalmistelu
- mallinnus
- katselmuksen jälkeiset mahdolliset muutokset
- osien piirustukseen laatiminen
- materiaalien toimitusaika ja kokoonpanokuvien valmistus.

Työmäärien arviointi edellyttää, että työkokonaisuus on yksikäsitteisesti rajattu eli tiedetään, mitä tehtäviä arvioitava kohde sisältää ja mitä se ei sisällä. Kun osittelu on viety riittävän tarkalle tasolle ja työkokonaisuudet rajattu, voidaan työmäärien arvioinnissa käyttää apuna niin sanottua PERT-menetelmää. (Ruuska 2005, 171)

a = optimistisin työmääräarvio

b = pessimistisin työmääräarvio

c = todennäköisin työmääräarvio

t = odotettavissa oleva työmäärä

$$t = \frac{a + 4c + b}{6}$$

Kuva 5. PERT-menetelmä

4.5 Katselmukset

Suunnitteluun liittyvien katselmuksien määrä on riippuvainen projektin laajuudesta, yleensä katselmuksia on neljä projektia kohden. Ensimmäinen mahdollinen katselmus on tarjouskatselmus. Mikäli projektiin liittyvät laitteet eivät ole vakiolaitteita myös tarjous katselmoidaan. Suunnittelun osalta tarjouskatselmoinnissa käydään lävitse laitteen teknisissä soveltuvuuksia. Kaupan varmistuttua myyjä kutsuu koolle projektin aloituspalaverin. Aloituspalaveri on projektin toinen katselmus, jossa käydään läpi projektin sisältö, asiakasvaatimukset ja vastuuhenkilöt.

Kolmantena katselmuksena on suunnittelun katselmus. Suunnittelun katselmuksia pidetään mahdollisesti useampi kuin yksi, jos projektin laajuus sitä vaatii. Suunnittelun katselmuksien mahdollinen määrä arvioidaan aloituspalaverissa, ja sovitaan näille ajankohdat. Yleensä katselmuksia pidetään yksi, ja se pidetään ennen materiaalien tilausta. Suunnittelun katselmuksessa on mukana suunnittelija, myyjä ja mahdollisesti myös projektipäällikkö. Joissakin tilanteissa myös asiakas on mukana suunnittelun katselmuksessa, ja antaa hyväksynnän laitteistolle. Katselmuksessa varmistetaan, että mallinnettu kokonaisuus on työmääräimen mukainen, ja sisältää mahdollisesti vielä muita aloituspalaverin jälkeen määritettyjä asioita. Suunnittelun katselmuksen jälkeen lisätään päivämäärä ja myyjän tai projektipäällikön nimi Vertex G4 -ohjelmassa olevan projektin pääkokoonpanon arkistotietoihin tarkastanut tai hyväksynyt osioon (kuva 4).

Neljäs katselmointi on laitteiston tarkastuskatselmointi. Tuotannossa ja tuotteiden valmistuksessa suoritetaan tarkastuskatselmointi, kun laitetta tai kokoonpanoa koskevat mittaukset ja tarkastukset on suoritettu loppukokoonpanon tekijän tai mittatarkastajan osalta. Katselmoinnissa on mukana mittatarkastaja, tuotannon esimies, myyjä ja suunnittelija, sekä mahdollisesti myös projektipäällikkö. Tarkastuskatselmoinnissa suunnittelija varmistaa, että laite vastaa Vertex G4 -ohjelmassa olevaa 3D -mallia.

4.6 Simulointi

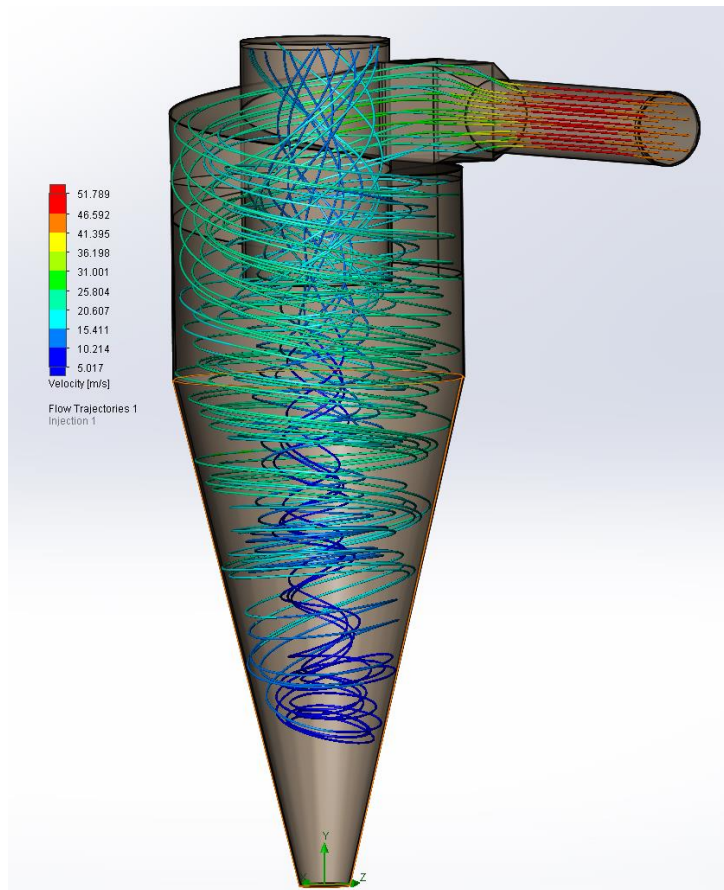
Vertex G4 -ohjelmistossa on FEA työkalu, jolla voidaan simuloida lujuusanalyysyjä osille, kokoonpanoille ja palkkirakenteille. Lujuuslaskentaa ei silti tarvitse tehdä jokaiselle suunnitellulle laitteelle. Useimmiten lujuusanalyysi tehdään silloin, kun asiakas on määrännyt kuormituksiin liittyviä raja-arvoja, laite ei ole ns. vakiotuote, laitteen rasitusaste on suurempi, kuin aiemmissa vastaavissa laitteissa ja voidaan mahdollisesti tehdä huomattavia säästöjä materiaalikuluissa. ”Lujuuslaskennan perusongelma on tasapainoilu kahden vastakkaisen tekijän välissä. Rakenteen on oltava riittävän luja ollakseen varmakäyttöinen, muttei liian luja, jotta siitä ei tule liian suurikokoinen ja samalla painava ja kallis.”(Hietikko 2004, 13)

4.6.1 Simulaatioiden kehittäminen

Mahdollisena hankintana lujuusanalyysi työkalun lisäksi on virtaussimulointi ohjelma. Virtaussimuloinnilla pystytään tarkastelemaan muun muassa virtauksien käyttäytymistä (kuva 6), virtausnopeuksia, painehäviöitä ja partikkelien käyttäytymistä laitteissa. Virtaussimulaatio edistäisi myös näistä syistä tuotekehitystä, sekä auttaisi mitoittamaan suurempien laitteiden tehovaatimuksia jo tarjousvaiheessa.

Vertex Systems Oy:llä ei ole virtaussimulointi ohjelmaa, eli se täytyisi hankkia eri toimijalta. Yleisesti käytettyjä virtausimulointi ohjelmia:

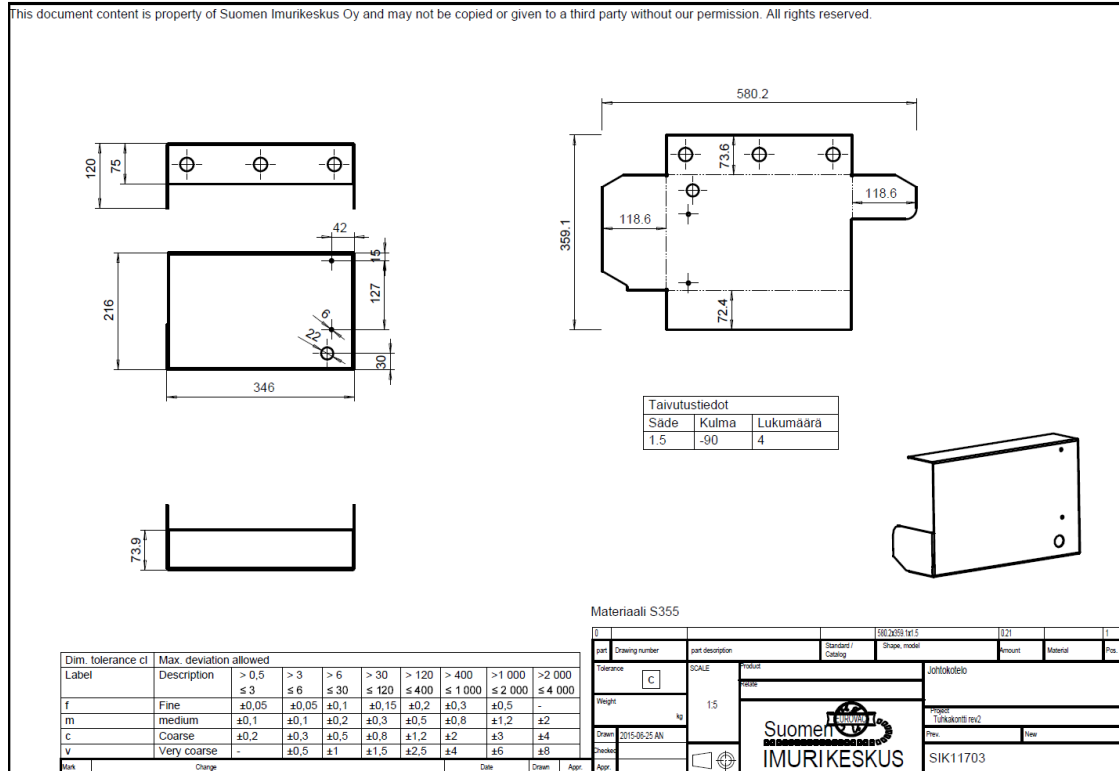
- SolidWorks Flow Simulation
- Comsol
- ANSYS Fluids



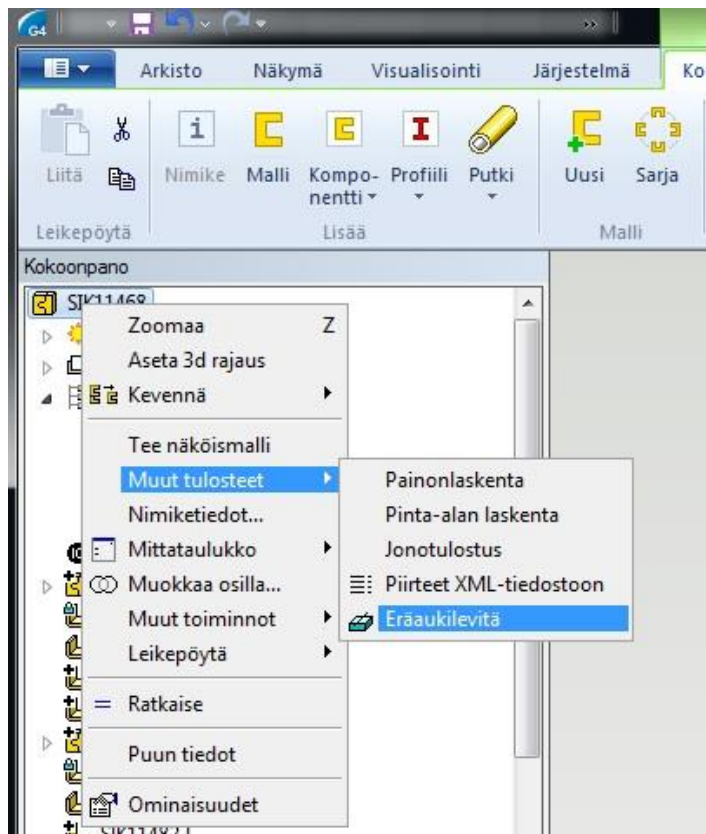
Kuva 6. Virtaussimulaatio syklonista SolidWorks -ohjelmassa.

4.7 Tilaus

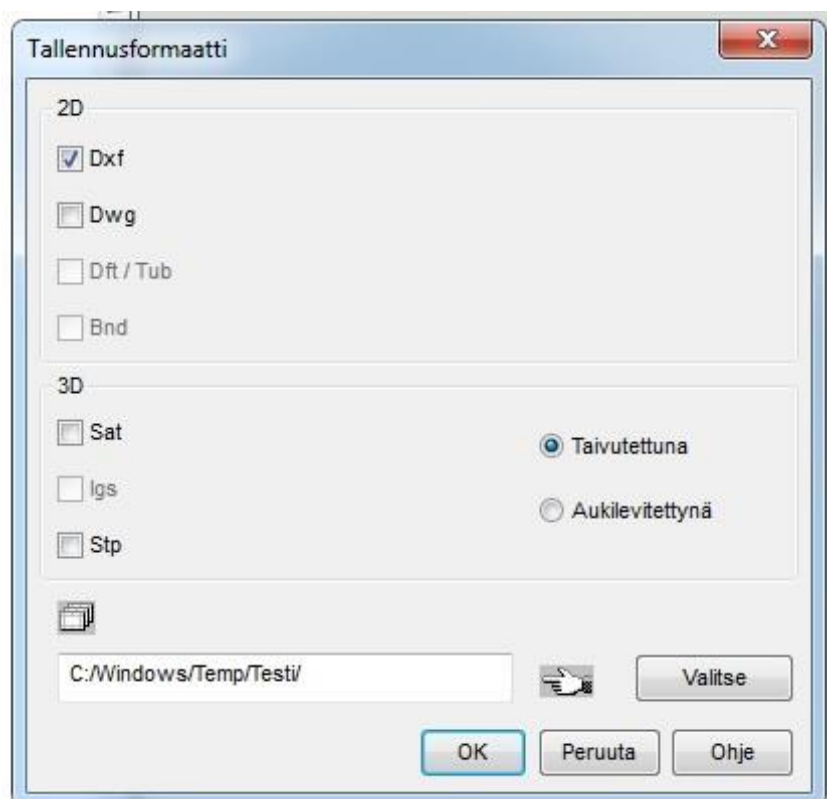
Suunnittelijan vastuulla on tehdä tilaus laitteen levyosista alihankkijalle, kun laite on täysin mallinnettu ja katselmukset pidetty. Tilaus tehdään lähettämällä alihankkijalle levyistä .dxf formaatissa olevat 2D-kuvat. 2D-kuvassa on piirustus pohja, mikä sisältää levyosan tiedot kuten levyn paksuus, materiaali, mitoitetut kuvannot ja kaksi aukilevityskuvaa. Toisessa aukilevityskuvassa mainitaan levyn äärimitat, taivutus etäisyydet ja taivutus suunnat. Toinen aukilevityskuva sisältää pelkästään ääriviivat, ja se sijoitetaan piirustus pohjan yläpuolelle (kuva 7). Alihankkija kopioi piirustus pohjan yläpuolella olevan aukilevityskuvan laserleikkurille, ja skaalaa sen piirustus pohjassa mainitun mittasuhteen avulla yhden suhteeseen eli levyn luonnolliseen kokoon. Jos tilattavia osia on paljon voidaan alihankkijaa pyytää tarroittamaan osat. Tarroissa on maininta osan SIK -koodista, ja sama koodi löytyy laitteen kokoonpanokuvan osaluettelosta. Tarroittaminen tuo lisäselvyyttä ja nopeuttaa kokoonpanovaihetta.



2D-kuvat viedään Vertex G4 -ohjelmasta projektin omaan kansioon, projekti asemalle. Kuvat saadaan ohjelmasta ulos .dxf -formaattissa tulostamalla ne erälevitys toiminnolla (Kuva 8). Toiminto valitsee mallin pääkokoonpanosta vain levyosiksi määritetyt osat ja vie ne halutussa formaatissa haluttuun kansioon (kuva 9).



Kuva 8. Erälevitys toiminto



Kuva 9. formaatin ja kohdekansion valinta.

4.7.1 Kokoonpanokuvat

Materiaalitulauksen jälkeen pyritään heti valmistamaan laitteesta kokoonpanokuvat, näin kokoonpano tai hitsaus päästään mahdollisesti aloittamaan heti materiaalien saavuttua. Kokoonpanokuvassa esitetään joko kokonainen valmiste, laite tai kokoonpanoryhmä koottuna. Jos kyseessä on valmiste, jossa on paljon osia, joudutaan laatimaan useita kokoonpanopiirustuksia. Tällöin lopullista, valmisteen sisältävää kokoonpanopiirustusta nimitetään pääkokoonpanopiirustukseksi, johon liittyvät osakokoonpanopiirustukset. Piirustuksen tulee määrittää yksikäsitteisesti esittämänsä laite, osa tai asia. Vähäiseltäkin näyttävä virhe tai piirustuksen väärintulkinta saattavat johtaa tuotteen virheelliseen valmistukseen jopa hylkäämiseen ja muihin väärintulkintoihin. Piirustuksen täytyy aina täyttää kaksi perusvaatimusta: yksikäsitteisyys ja selvyys.(Pere 2009, 1-2, 1-3)

Mikäli hitsaus- tai kokoonpanopisteellä on tietokone voidaan laite tulostaa 3d PDF -formaattiin. 3D-PDF -formaattissa olevaa tiedostoa voidaan tarkastella hitsaus tai kokoonpanopisteen tietokoneen Adobe Acrobat DC:ssä. Adobe Acrobat DC:stä löytyy laitteen tarkasteluun tarvittavat 3D-työkalut. 3D-PDF on hyvä lisä 2D-kuvien tueksi, sillä se vähentää paperiversioiden määrää, sekä kokoonpanokuvaan käytettävää aikaa, ja lisää kokoonpanomallien selkeyttä.

4.8 Arkistointi

Toisin kuin monessa muussa suunnitteluohjelmistossa, Vertex G4:n käyttöliittymä sisältää oman malliarkistonsa. Malliarkisto sisältää jokaisen vertex G4 -ohjelmalla tehdyn osan, kokoonpanon ja projektin. Tehdyt osat voidaan hakea malliarkistosta piirustustunnuksen, nimen, projektin tai mallin kuvauksen perusteella. Tämä ei silti takaa varmaa jäljitettävyyttä projekteihin tehtyihin laitteisiin ja niiden osiin, sillä jos on mahdollista niin suunnittelussa pyritään hyödyntämään jo aikaisemmin tehtyjä malleja. Hyödyntäessä aikaisempia malleja, niitä yleensä myös vähän muokataan. Muokattavat osat täytyy uudelleen nimetä, sekä osaan viittaava kokoonpano myös, mikäli uudelleen nimeämistä ei suoriteta, muokattu osa muokkaantuu jokaisessa kokoonpanossa johon se on linkitetty. Tämän takia projektit täytyy varmuuskopioida

tulostamalla ne ulos Vertex G4 -ohjelmasta. Vertex G4:n mallinnukset tulostetaan .VXM -formaattissa projektin perushakemistossa olevaan kansioon. Tilausvaiheessa luodut .DXF -formaattissa olevat kuvat taltioidaan myös projektin perushakemistossa olevaan kansioon.

5 VALMISTUS

Valmistusvaiheessa suunnittelijalla on todennäköisesti työnalla jo uusi projekti. Uuden projektin ohella on suunnittelijan silti hyvä seurata kokoonpanovaiheessa olevan projektin laitteiston valmistusta ja kokeiluja.

5.1 Valmistuksen työmääräin

Tuotannossa toimintaa ohjataan työmääräimien (liite 2) avulla, ja työmääräimet pyritään valmistamaan heti kokoonpanokuvien valmistuttua. Suunnittelija tulostaa työmääräimen excel-pohjaisesta tuotantotaulukosta. Tuotantotaulukosta tulostetaan myös tarkastuskortti työmääräimen takakanneksi. Tarkastuskortteja on kaksi erilaista, osavalmistukseen ja kokoonpantavalle tuotteelle. Tarkastuskortteihin tehdään muun muassa merkinnät laatupoikkeamista, myös erilaiset mittaustulokset kirjataan niihin. Työmääräimen ja tarkastuskortin väliin liitetään Nova-toiminnanohjausjärjestelmästä tulostettava mahdollinen myyntitilaus, sekä tarvittavat piirustukset ja työohjeet. Työmääräimiin on eritelty kappaleille tehtävät työvaiheet. Työnsuorittaja merkitsee työmääräimeen nimensä ja tuntinsa samalla kuitaten työvaiheen tehdyksi ja tarkastetuksi. Jokainen työnsuorittaja on velvollinen ilmoittamaan, jos on havainnut työn suorittamisen jälkeen jotain poikkeavuutta tuotteen laadussa, ettei virheellinen tuote pääse lähtemään tuotannossa eteenpäin. Mahdolliset poikkeamat, muutosehdotukset ja kommentit kirjoitetaan myös tarkastuskorttiin. Paperiversion lisäksi voidaan lähettää tuotannon sähköpostiin 3D-PDF -formaattissa oleva 3D-kuva laitteistosta, joka tuo vielä selkeyttä lisää projektin laitteistosta valmistajalle.

6 TIEDONHALLINTA

Yrityksessä luodaan päivittäin lisää dataa, ja sitä tulee myös paljon yrityksen ulkopuolelta. Suurta datan määrää pitää myös pystyä hallitsemaan helposti, jotta tiedot säilyvät ja ovat helposti jokaisen löydettävissä. Tämän takia opinnäytetyön osana on löytää mahdollinen kehitysvaihtoehto tiedonhallintaan.

Koska yrityksessä on käytössä Vertex G4 -ohjelma on yhteensopivuuden kannalta suotavaa, että tiedonhallintaohjelma tukee myös Vertexin formaatteja, koska projektin mallit on oltava myös helposti jäljitettävissä. Vertex tarjoaa Flow PDM/PLM -järjestelmää ja tutustuin ohjelmaan Tampereella 17.1.2018 Vertex PLM-päivässä. Tapahtumassa oli mukana useita eri yritysten edustajia, joilla oli käytössä Vertex Flow ohjelma ja heidän kommenttien perusteella, sekä PLM-päivässä esitettyjen asioiden perusteella ohjelma voisi olla sopiva Suomen Imurikeskuksen käyttöön. Ohjelma tulisi kehittämään tiedonhallinnan lisäksi myös neljää muuta osa-aluetta yrityksessä, jotka ovat hitsaus, kokoonpano, myynti ja suunnittelu.

Hitsaukselle ja kokoonpanolle voidaan tehdä ohjelmassa oma ryhmä, ja jakaa tälle ryhmälle haluttuja oikeuksia ja tietoja esimerkiksi hitsaus- ja kokoonpanokuvat, osaluettelot sekä 3D-kuvia. Hitsaus ja kokoonpano pääsevät näihin tietoihin käsiksi kirjautumalla työpisteellä olevaan Vertex Flow ohjelmaan. He voivat myös lisätä mahdollisia korjattavia virheitä Vertex Flow ohjelmaan kommentoimalla ja valokuvin. Näin saadaan tieto kulkemaan myös kokoonpanosta suunnittelulle suoraan sähköisenä eikä tieto huku matkalla.

Ennen kaupan syntyä myyjä on saanut paljon informaatiota kaupasta, josta suunnittelu ja tuotanto eivät ole tietoisia. Myyjä pystyy jo tarjouvaiheessa tekemään Flow:hun projektin ja tallentamaan projektin alle kaikki viestit, dokumentit ja millä ehdoilla kauppa on solmittu. Kaupan solmimisen jälkeen muut saavat projektin viimeisimmät tiedot helposti Flow:sta. Jälki jää jokaisesta projektista ohjelmaan ”Projektin tila kertoo Flow'n käyttäjille, onko tarjous jo tehty, kauppa solmittu tai onko projekti edennyt jo suunnitteluun. Vaikka myyntityö ei johtaisikaan kauppaan, projekti kannattaa silti perustaa. Asiakas saattaa palata myöhemmin asiaan ja viitata edelliseen

tarjoukseen, jonka tietoja tarvitaan uudessa yhteydenotossa. Flow:ssa säilyy myös tieto siitä, kenelle on lähetetty tarjous, mitä on keskusteluissa tullut ilmi ja mitä tarjottiin.” (Vertex Systems Oy:n [www-sivut](http://www.vertex.fi) 2018)

Ohjelma helpottaa suunnittelun aloittamista, koska kaikki projektiin liittyvät tiedot löytyvät nopeasti Flow:sta projektin omalla nimikkeellä. Flow:n avulla useampi suunnittelija pystyy työstämään samaa projektia, ja ohjelma ilmaisee käyttäjille mitä kokoonpanoa muut käyttäjät muokkaava. Muokatut mallit viedään takaisin Flow ohjelmaan, ja ne päivittyvät kaikille. Flow:hun voidaan tehdä myös useita eri revisioita osista tai kokoonpanoista, mutta vanhoja revisioita pystytään silti vielä tarkastelemaan. Vertex G4 -ohjelmalla mallinnetut laitteet ja tarjouskuvat ovat Flow:n ansioista jokaisen saatavilla, eikä vain suunnittelun. Tämän takia esimerkiksi myyjien ei tarvitse pyytää suunnittelijoilta jo valmiiksi tehtyjä tarjouskuvia, mikä vähentää suunnittelun työtaakkaa ja parantaa suunnitteluun tarvittavaa työrauhaa.

Suurimman helpotuksen Flow tuo varmasti komponenttien jäljitettävyyteen. Tämä edellyttää tietenkin sitä, että ohjelmaa käytetään aktiivisesti ja jokainen projekteihin liittyvä dokumentti tallennetaan ohjelmaan. Flow on laaja, sekä räätälöitävä ohjelma eli sitä ei tarvitse käyttää vain yhdellä ja tietyllä tavalla. Tämän takia sujuva käyttöönotto tulee varmasti kestämään yrityksessä jonkin aikaa, yhteisiä pelisääntöjä kehittäessä ohjelmaan liittyen.

7 LOPPUYHTEENVETO

Opinnäytetyöstä pidettiin loppuyhteenveto Suomen Imurikeskuksella. Yhteenvedossa esiteltiin myös opinnäytetyön ohella tehty päivitetty työmääräin (liite 3), sekä päivitetty koneen ja laitteen riskikartoitus lomake (liite 4). Loppuyhteenvedossa oli mukana yrityksen toimitusjohtaja, projektipäällikkö, tuotantopäällikkö, suunnittelija, tekninen ostaja, sähkömies ja kaksi järjestelmämyyjää.

7.1 Työmääräin

Yhteenvedossa esitelty työmääräin, ei ollut vielä viimeinen versio käyttöönotettavasta työmääräimestä vaan kehitysversio vanhasta, jota tullaan vielä kehittämään ja kehitettiin myös yhteenvedossa. Päivitettyyn työmääräimeen on lisätty pudotusvalikoita, jotka nopeuttavat ja selkeyttävät työmääräimen täyttöä. Työmääräimeen on myös lisätty tekstikenttiä, jotka toimivat kuin tekstinkäsittelyohjelmissa ja rivittävät tekstin automaattisesti, mikä selkeyttävät työmääräintä ja teksti pysyy tulostettavan alueen sisällä. Yhteenvedossa saatiin myös paljon lisää kehitysideoita työmääräimeen, joiden lisäämisen jälkeen saadaan päivitettyversio käyttöön.

7.2 Koneen ja laitteen riskikartoitus

Koneen ja laitteen riskikartoitus lomake päivitettiin word-pohjaisesta tiedostosta excel-pohjaiseen. Riskikartoitus ja työmääräin käydään läpi aloituspalaverissa, joten se laitettiin samaan tiedostoon työmääräimen kanssa. Riskikartoitus lomakkeeseen lisättiin pudotusvalikot mahdollisille riskitilanteille, riskien aiheuttajille ja suojaukset/riskien poisto osioille täten niitä ei tarvitse enään kirjoittaa. Riskitason määrittämiselle luotiin kaava, joka laskee automaattisesti seurausten vakavuus ja todennäköisyys arvojen perusteella riskitason laitteistolle, ja kertoo vaadittavat toimenpiteet konetta käytettäessä ja konetta suunniteltaessa. Nykyisen koneen ja laitteen riskikartoitus lomakkeen täyttämiseen käytettävä aika on siis huomattavasti pienempi kuin vanhan lomakkeen.

7.3 Suunnitteluprosessi

Opinnäytetyössä kuvattu suunnittelun kulku osio käytiin vielä lävitse yhteenvedossa toimitusjohtajan, tuotantopäällikön ja suunnittelijan kanssa. Esimerkkiprojektiksi otettiin erilaisia projekteja, jotka poikkesivat laajuudeltaan toisistaan. Esimerkkiprojekteja sovellettiin opinnäytetyön suunnittelun kulun eri vaiheisiin ja pohdittiin suunnittelun kulun vaiheiden toimivuutta eri kokoisissa projekteissa. Suunnitteluprosessi todettiin toimivan hyvin esimerkiprojekteissa ja otetaan käyttöön yrityksessä laitteiden suunnittelussa. Lisäksi yhteenvedossa saatiin myös lisättyä pieniä asioita opinnäytetyön suunnittelun kulku osioon.

LÄHTEET

Haastattelu. Aleksi Harju. Toimitusjohtaja. Suomen Imurikeskus Oy 15.3.2018

Haastattelu. Jussi Haapanen. Tuotantopäällikkö. Suomen Imurikeskus Oy 15.3.2018

Hietikko Esa. 2004. Palkki: Lujuuslaskennan perusteet. 1.painos Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy

Laatukäsikirja, Suomen Imurikeskus Oy

Pere Aimo. 2009. Koneenpiirustus 1&2. 10. painos Espoo: Kirpe Oy

Ruuska Kai. 2005. Pidä projekti hallinnassa. 5. painos Tampere: Tammer-Paino Oy

Suomen Imurikeskus Oy:n www-sivut 2017. Viitattu 4.12.2017

<https://suomenimurikeskus.fi/>

Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry. 2010. SFS-EN ISO 9000 -sarja: Laadunhallintajärjestelmästandardit. Helsinki : Suomen standardisoimisliitto

Vertex Systems Oy:n www-sivut 2018. Viitattu 20.1.2018 <https://kb.vertex.fi/>

Vertex Systems Oy:n PLM -päivä. Viitattu 16.1.2018